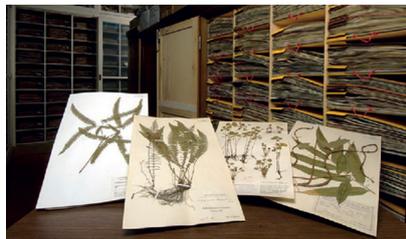
Virtual Heritage e musei scientifici: il progetto "Beccari in 3D" per le Collezioni Botaniche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze

Paola Puma
Lorenzo Cecchi
Chiara Nepi
Giuseppe Nicastro

Abstract

Le potenzialità del Virtual heritage, utilizzate lungo tutta la filiera del patrimonio culturale ma particolarmente valide nel settore della didattica museale, sono da tempo al centro delle politiche di digitalizzazione delle principali istituzioni culturali, con particolare ricaduta applicativa nei musei naturalistici. In questo quadro si inserisce il progetto "Beccari in 3D" che lo staff interdisciplinare ha concepito e condotto su un nucleo dell'importante patrimonio scientifico lasciato dall'esploratore e naturalista fiorentino Odoardo Beccari. Il progetto ha realizzato la prima documentazione in 3D di un nucleo di reperti provenienti dall'Erbario della Malesia facente parte delle Collezioni Botaniche del Sistema Museale dell'Ateneo di Firenze. Il progetto ha inquadrato metodi e strumenti di lavoro negli obiettivi di documentazione e valorizzazione visiva come supporto alla fruizione scientifica, in via di transizione verso la fruizione online, e come strumento di divulgazione presso il pubblico generalista indirizzando la descrizione tridimensionale dei 32 reperti carpologici e xilologici rilevati verso la visualizzazione navigabile dei modelli e l'avvio della fruizione interattiva in AR del patrimonio repertoriato.

Parole chiave
Museo di Storia Naturale di Firenze, Odoardo Beccari, Erbario della Malesia, virtual heritage, modelli botanici 3D

Topics
Accedere / archiviare / comprendere / indagare / visualizzare

La collezione della Malesia di Odoardo Beccari: la sede, l'Erbario, reperti.

doi.org/10.3280/oa-832-c172

Introduzione

Le principali attuali linee internazionali di politica culturale raccordano il ruolo multifattoriale del *Cultural Heritage* (CH) con le inferenze della società digitale, sottolineando l'importanza del patrimonio culturale digitale, tanto che oggi esso si articola in tre tipologie integrate di patrimonio materiale, patrimonio immateriale, patrimonio digitale [European Commission 2010; ICOMOS 2011; COE 2017; European Commission 2018; European Commission 2019]. Il ruolo del *Digital Cultural Heritage* (DCH) è infatti ormai consolidato anche a livello del pubblico ampio, anche grazie alla struttura interdisciplinare che vede metodologie, strumenti e linguaggi prettamente tecnologici pienamente integrati con le discipline scientifiche e le *digital humanities* in un dialogo virtuoso e pienamente collaborativo. L'intera filiera che va dalla documentazione, alla conservazione, alla fruizione del CH è infatti sempre più articolata in una serie di vere e proprie piattaforme di infrastrutture del DCH che vedono staff interdisciplinari [Luigini 2020] lavorare con sinergia sulle applicazioni digitali per l'analisi e la conservazione dei materiali, sulle visualizzazioni interattive, sulla fruizione con tecnologie intelligenti nei musei 4.0 di nuova generazione [1], sulle applicazioni di didattica digitale per il CH [Bekele et al. 2018; Gobbi 2019; Ryabinin et al. 2019; Pescarin 2020]. Gli aspetti innovativi del DCH, infatti, non sono da ricercarsi solo nell'avanzamento tecnologico della generazione e gestione delle informazioni: la natura dei contenuti digitali, il loro essere materiale informativo, il cui linguaggio è già anche forma comunicativa, li colloca al centro della filiera dei beni culturali. Questa premessa è il quadro dell'esperienza di DCH per il progetto "Beccari in 3D" condotta in collaborazione interdisciplinare [2] in un'ottica di sperimentazione dialogica di intreccio bidirezionale di lessici, strumentazioni concettuali e materiali, finalizzazioni culturali differenti. La ricerca si è focalizzata sul doppio obiettivo di documentare, a fini di conoscenza da parte della comunità museale, e di comunicare per supportare la fruizione scientifica specialistica; in questo quadro la trascrizione visuale del dato ha rappresentato un comune terreno per sguardi rigorosamente disciplinari, ma multidimensionali, dedicati nella prima fase dello studio ad alcuni reperti provenienti dall'Erbario della Malesia di Odoardo Beccari, giacenti nelle Collezioni Botaniche del Sistema Museale dell'Ateneo di Firenze [Preziosi 2020; Porcal 2021].

La collezione della Malesia di Odoardo Beccari

Il Museo di Storia Naturale del Sistema Museale di Ateneo dell'Università di Firenze possiede le più importanti collezioni botaniche d'Italia, sia dal punto di vista numerico che scientifico. Fra queste, gli erbari, raccolte di piante essiccate e conservate per studio, costituiscono un patrimonio di inestimabile valore conosciuto in tutto il mondo [Raffaelli 2009].
Una delle collezioni più importanti è rappresentata dal cosiddetto "Erbario della Malesia", allestito dal botanico fiorentino Odoardo Beccari. Odoardo Beccari (1843-1920) fu esploratore e naturalista a 360° e figura di spicco della cultura scientifica italiana. Tra il 1865 e il 1878 compì tre lunghi viaggi tra l'Asia sudorientale e l'Oceania, prevalentemente nella Malesia storica (Borneo, Sumatra, Giava, Nuova Guinea e i numerosi arcipelaghi vicini a quelle grandi isole), riportando migliaia di reperti e informazioni preziose che aprirono uno sguardo nuovo su quei mondi lontani [Viciani et al. 2021]. Delle sue raccolte studiò in particolare quelle botaniche, con la descrizione di decine di specie nuove [Nepi 2009]. Tanto le sue testimonianze scritte quanto i beni materiali riportati da quei viaggi restano di fondamentale importanza per la conoscenza dei luoghi e dei popoli con i quali entrò in contatto. La collezione botanica malese conservata a Firenze (fig. 01) è costituita non solo dagli oltre 15.000 campioni vegetali essiccati e montati su foglio, ma anche da una ricca raccolta di reperti in barattolo, in alcol o a secco (circa 2.000) e da una affascinante rappresentanza di legni appartenenti a specie arboree del Borneo (circa 100 tavole) [Steenis van 1952; Pichi Sermolli 1994].L'intera raccolta pervenne il 31 ottobre 1879 all'allora Istituto di Studi Superiori (predecessore dell'attuale Università) che amministrava anche il Museo con le sue collezioni.
Le collezioni beccariane costituiscono uno dei tanti tasselli, o per meglio dire "strati", attraverso cui la documentazione materiale dello studio della bio- e geo-diversità, da oltre cin-

Fig. 01. La Collezione della Malesia: ritratto di Odoardo Beccari e reperti (https://www.sma.unifi.it/vp-139-botanica.html).

quecento anni, si è accumulata nei musei di storia naturale di tutto il mondo, garantendo un supporto alla ricerca scientifica inimmaginabile per la maggior parte dell'opinione pubblica. I Musei naturalistici sono anche, soprattutto, dei centri di ricerca, che preservano informazioni utili per i più svariati scopi (botanica, zoologia, microbiologia, genetica, geologia, climatologia etc.) e che rappresentano finestre spaziali e temporali come nessun singolo progetto di ricerca o nessun singolo ricercatore sarebbe in grado di fare nel corso di una vita. Il loro valore principale, però, si esplica quando sono in grado di mettere a sistema questo sconfinato patrimonio di informazioni, cioè quando viene consentita la consultazione e l'analisi su larga scala (idealmente globale) di questo variegato paesaggio di stati, regioni, città e musei.
A tale scopo negli ultimi anni, grazie anche a progressi tecnologici prima inattesi, ha assunto sempre più un ruolo centrale per i Musei il tema della digitalizzazione, di immagini e di dati (*imaging* e *databasing*), e la condivisione di strumenti gestionali in linea con i principi efficacemente riassunti nell'acronimo FAIR: *Findable-Accessible-Interoperable-Reusable*.
Verso una sempre maggiore FAIRness dei dati, la maggior parte dei musei naturalistici del mondo ha avviato il proprio percorso a partire dai reperti erbariologici, i più facili da rappresentare perché approssimabili a figure piane (2D). È stato così anche per il Museo di Storia Naturale fiorentino (MSN), che già nel 2007, col sostegno della Mellon Foundation di New York, insieme ai maggiori erbari del mondo, ha iniziato l'acquisizione d'immagini ad alta risoluzione dei propri tipi nomenclaturali (cioè dei campioni "modello" sui quali è stata fondata la descrizione di nuove specie) e in seguito si è fatto promotore di un'iniziativa nazionale per la digitalizzazione massiva di tutti gli erbari italiani che nel 2020, tra le tante altre campagne di digitalizzazione, ha aperto quella dello stesso erbario malese [Cecchi et al. 2019; Cecchi et al. 2021].
Tuttavia, non può essere trascurato il fondamentale valore informativo che resta confinato nei reperti a torto considerati 'ancillari', quelli che per la loro tridimensionalità devono essere logisticamente gestiti e conservati con modalità e in spazi distinti e che per questo finiscono spesso per essere trascurati anche dagli studiosi. La stessa digitalizzazione di questi oggetti (frutti, semi, reperti lignei, prodotti e manufatti vegetali etc.) può rappresentare una sfida per i curatori, quando non la si voglia limitare alla mera acquisizione fotografica.
L'uso della tecnologia Laser Scanner (LS) e Structure From Motion (SFM) – prima esperienza nel suo genere applicata a collezioni botaniche – rappresenta per questo un interessante progetto pilota che può aprire prospettive nuove all'accesso virtuale a questo patrimonio, estendibile anche alla fruizione di un pubblico più vasto e non solo di specialisti. Il piccolo contingente di reperti che ne sono stati oggetto è stato individuato tra quelli interessati da un progetto

espositivo per le celebrazioni beccariane, ma è stato ulteriormente esteso all'intera collezione di frutti del genere *Durio*, che oltre ad essere uno dei più iconici della flora malese presenta forme di complessità tale da verificare le massime potenzialità degli strumenti utilizzati.

Obiettivi del progetto "Beccari in 3D"

La collaborazione scientifica tra il gruppo di lavoro del Dipartimento di Architettura di Firenze, oggi Laboratorio HerViSt- Heritage Visual Storytelling, e le Collezioni Botaniche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze trae origine dalla digitalizzazione di alcuni materiali botanici per la mostra *Beccari 2020* pensata in occasione del 100° anniversario della morte di Beccari (poi spostata al 2021 ed ora in programma per il 2023) e costituisce lo scenario di sfondo del progetto "Beccari in 3D". Gli obiettivi del "Progetto Beccari 3D" sono articolati su livelli generali e specifici:
1-documentazione: sperimentazione di acquisizione dati con tecniche di rilievo a basso costo applicate a reperti naturalistici tridimensionali e predisposizione degli output;
2-gestione: configurazione dei contenuti in output idonei alla interrogazione a fini di ricerca;
3-comunicazione: contributo all'ampliamento dei repository del patrimonio beccariano on line per nuove forme di accesso scientifico e apertura al pubblico generalista.
Uno specifico obiettivo disciplinare attraversa trasversalmente l'intero progetto e consiste nella definizione di una pratica che concili il mantenimento di robusti contenuti scientifici nella trasposizione in linguaggio visivo per migliorare il servizio ai ricercatori (target: studiosi attualmente assistiti mediante invio di schede, foto, ecc.) con lo spostamento di gradiente informativo del patrimonio documentario su contenuti visivi facilmente comprensibili (target: nuovi pubblici che potrebbero anche beneficiare dell'accesso online come unica forma di accessibilità a un luogo che è comunque principalmente dedito alla conservazione e alla ricerca piuttosto che alla divulgazione) [Ioannides et al. 2018; Luigini, Panciroli 2018; Clini, Quattrini 2021]. Il trasferimento dei dati acquisiti nel Virtual Heritage consente, infine, la continuità tra documentazione e comunicazione delle informazioni, determinando anche modalità evolute di accesso alla conoscenza, secondo una metodologia già consolidata nel gruppo di lavoro [Puma 2018; Puma, Nicastro 2019; Puma, Nicastro 2021]: il lavoro di Virtual Heritage svolto sugli esemplari scelti secondo i ben noti principi statutari [ICOMOS 2017; Denard 2009] consentirà, infatti, di predisporre per la mostra una possibile anastilosi virtuale delle parti smembrate e la ri-creazione virtuale con ricollocazione dei reperti nell'inaccessibile contesto originario.

Workplan e flusso di lavoro

I campioni oggetto di studio provengono dalle collezioni carpologiche e xilologiche dell'Erbario Beccari della Malesia e dell'Erbario Beccari delle Palme.A seguito delle classificazioni disponibili nella banca dati esistente (pari a 245 campioni) si è formato un primo elenco composto da 75 oggetti distribuiti tra reperti botanici - del tipo fiore/frutto/seme e legno/scorza-, alcuni contenitori (ceste) ed alcuni campioni lignei. A seguito delle verifiche di fattibilità tecnica ed organizzativa, la successiva segmentazione ha escluso i 23 reperti conservati in umido (alcool a 70°) ed individuato i 52 campioni poi rilevati, suddivisi tra infruttescenze, singoli frutti, semi e campioni lignei della xiloteca (fig. 02); infine sono stati sviluppati i modelli 3D di 32 reperti. La implementazione è stata sviluppata in 7 fasi, svolte da due operatori in circa 6 mesi di lavoro, articolati nella sinossi di processo (fig. 03).

Risultati

Una prima valutazione del progetto "Beccari in 3D" va fatta tenendo conto in un quadro unico delle criticità, dei risultati, dell'evoluzione subita dal progetto a seguito della sospensione per l'emergenza pandemica, delle prospettive. Il progetto, infatti, era stato concepito con metodologia di lavoro ben nota e consolidata ma con trasferimento su una nuova tipologia di reperti, che ha posto problemi tecnici rimasti in parte aperti.

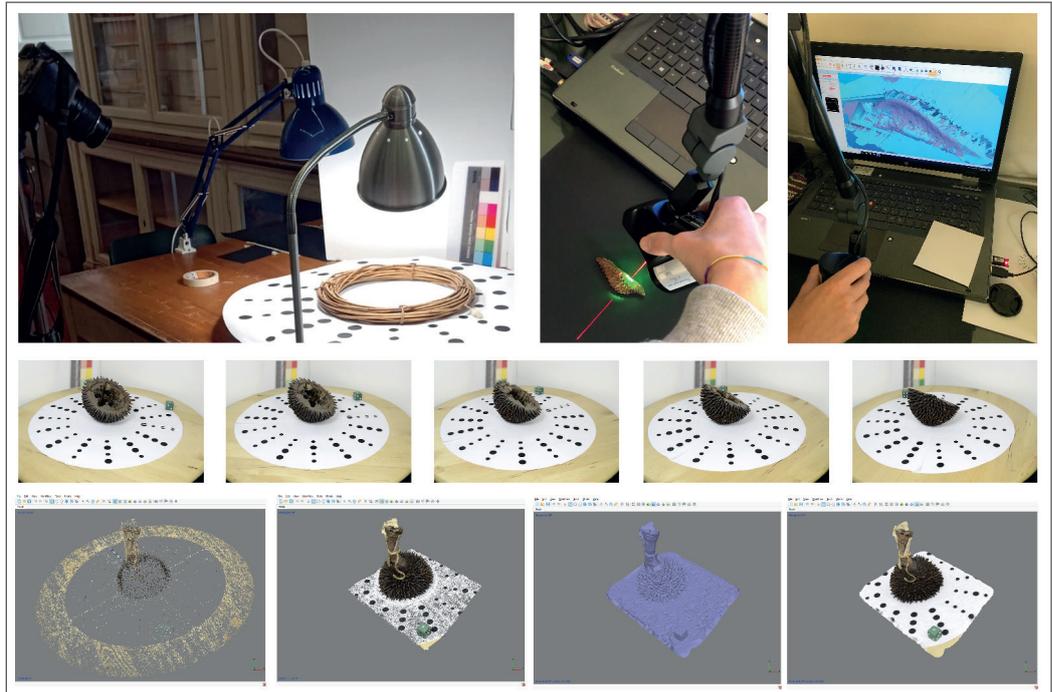



Fig. 02. Acquisizione dei dati (elaborazione degli autori).

	INVENTARIO	BARCODE	NOME
	589	FI058641	Durio Lanceolatus
	5814	FI058642	Semi di Durio Libethinus
	5815	FI058643	Semi di Durio Libethinus
	582	FI058644	Durio
	602	FI058645	Durio
	586	FI058646	Durio
	5820	FI058647	Durio - Coelostegia borneensis
	603	FI058710	Durio
	----	FI058640	Cestello fatto di Calamus
	10365	FI058678	Eugeissonia insignis
	10054	FI058679	Caryota mo

Documentazione fotografica:
Restituzione dell'oggetto:

Fig. 03. Datasheet del processo (elaborazione degli autori).

Nonostante la campagna documentale svolta abbia prodotto un archivio dati quantitativamente consistente (i 32 modelli prodotti sono pari al 42% dei campioni preselezionati dal database) e qualitativamente piuttosto articolato (costituito da *pointclouds* da LS e SFM, modelli 3D fotorealistici e documentazione fotografica che forniscono informazioni riguardanti gli aspetti materico-superficiali, metrici e geometrici di ciascun oggetto), durante l'acquisizione dei dati sono emerse alcune criticità tecniche – legate sia alla natura degli oggetti che ai sistemi di conservazione (la maggior parte dei reperti sono conservati in barattolo e 23 di questi immersi in alcool, che si è scelto di non forzare) – che costituisco-

no la nuova ipotesi di ricerca della prossima fase di lavoro. La documentazione prodotta si presenta quindi come il primo nucleo di una banca dati tridimensionale popolata dai 32 modelli 3D navigabili dai quali è possibile produrre viste tridimensionali statiche su cui eseguire misurazioni, estrarre profili di sezione, esplorare sezioni interne ed estrapolare viste per le interpretazioni tematiche specialistiche, realizzare animazioni per clip (figg. 04, 05). Negli ultimi anni, lo sviluppo di spazi virtuali interattivi ha consentito a un'ampia gamma di utenti di accedere a modelli digitali tridimensionali sviluppati su interfacce di facile interazione; in tal modo i modelli digitali potranno essere integrati nel catalogo digitale in corso di strutturazione per ampliare l'accesso al patrimonio botanico di studio, che per l'attuale collocazione e la delicatezza dei reperti è normalmente aperto principalmente ai ricercatori e può essere visionato con forti restrizioni. Come primo step dimostrativo è stato realizzato un test fruibile in AR che dà accesso al video illustrativo di n. 10 reperti, in cui ad ogni campione è associata la scheda contenente i metadati di catalogo (codice a barre, numero di inventario storico, etichette di accompagnamento), una breve descrizione, l'area geografica di provenienza, il significato del nome scientifico e le sue varianti popolari; la descrizione è completata dalle immagini fotografiche del campione e del suo contenitore (fig. 06).

Conclusioni

Anche solo limitando l'osservazione alle applicazioni nel settore museale, le possibilità offerte dai contenuti digitali nel campo dei beni culturali sono evidenziate dal numero, dalla rilevanza e dalla qualità delle buone pratiche; il DCH è ormai un tema all'attenzione anche del grande pubblico e dei media, come emerge anche dal significativo rafforzamento del DCH legato alla digitalizzazione della società in H2027.
L'importanza di poter accedere anche online alle istituzioni culturali è emersa con chiarezza nel 2020 durante i primi mesi dell'emergenza sanitaria [ICOM 2020] e dà ulteriore proiezione all'impegno di digitalizzazione delle collezioni anche per il MSN dell'Università di Firenze. L'esperienza del progetto "Beccari in 3D" si è parzialmente svolta in questo scenario inaspettato finendo con l'evidenziare quanto la digitalizzazione museale costituisca un ormai

	INVENTARIO	BARCODE	NOME
	12681	FI058706	Ubur pulut
	-	FI010245	Pandanus heterostigma
	10329	FI058680	Calamus mattaensis
	-	FI010245	Pandanus heterostigma (falange)
	2695	FI058700	Antiaris toxicaria
	6438	FI058685	Shorea gysbertsiana
	-	FI017853	Pandanus spurius (falange)
	1307	FI058681	Calamus brachystachys
	-	FI017853	Pandanus spurius (falange)
	10413		Calamus draconcellus

Fig. 04. Estrazione dal post processing dei reperti dalla carpoteca (elaborazione degli autori).

Progetto di documentazione		
	Documentazione preliminare	15 gg.
	Progetto di rilievo	15 gg.
	Acquisizione	30 gg.
	Archiviazione e catalogazione	15 gg.
	Post processing	45 gg.
	Restituzioni	30 gg.
	Visualizzazioni navigabili e interattive	30 gg.

RILIEVO LS		
Strumentazione utilizzata	Sistema CMM MicroScribe G	
Caratteristiche	Position resolution	0.13 mm
	Position accuracy	0.23 mm

RILIEVO SFM		
Modello Reflex	Nikon D3100	
Obiettivo	Nikkor 18/55	
Parametri di elaborazione dati	Allineamento	High
	Dense Cloud	High
	Mesh	High poly

BARCODE	INVENTARIO STORICO	NOME	TIPO	FASE 1 RESTITUITI	FASE 2 REPERTI STUDIO	CRITICITA' REPERTI IN UMIDO	CRITICITA' NON RILEVATI
FID10245		Pandanus heterostigma	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID10245		Pandanus heterostigma (falange)	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID17853		Pandanus spurius	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID17853		Pandanus spurius (falange)	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID55044		Rafflesia tuanmudae	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58624	1539	Clathrogaster beccarii	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58625	94 — FI 2911	Artocarpus kamando	LEGNO/SCORZA	X			
FID58626	61 — FI 2910	Abauria excelsa	LEGNO/SCORZA	X			
FID58627	83 — FI 2946	Cophosperma macrophyllum	LEGNO/SCORZA	X			
FID58628	138 --- FI 2959	Hopea beccariana	LEGNO/SCORZA	X			
FID58629	108 --- FI 2941	Koompassia beccariana	LEGNO/SCORZA	X			
FID58630	29 — FI 2361	Heritiera littoralis	LEGNO/SCORZA	X			
FID58640		Calamus	MANUFATTO (cestino)	X			
FID58641	589	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58642	5814	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58643	5815	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58644	582	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58645	602	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58646	603	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58647	5820	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58674	1850	Pandanus korthalsii	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58675	1226	Dammara alba	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58676	2687	Artocarpus incisa	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58677	10419	Cyrtostachys lakka	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58678	10865	Eugeissona insignis	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58679	10054	Caryota no	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58680	10329	Calamus mattanensis	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58681	10413	Calamus [illegible]	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58682	9088	Nypa fruticans	ESTRATTO				X
FID58683	2694	Antiaris toxicaria	ESTRATTO			X	
FID58684	10481	Arenga saccharifera	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58685	6348	Shorea gysbertsiana	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58686	6921	Mangifera indica	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58687	5414	LEGUMINOSA (olio)	ESTRATTO			X	
FID58690	6449	TERNSTROEMIACEA (olio)	ESTRATTO			X	
FID58695	3242	Eusideroxylon	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58697	2691	Artocarpus integrifolia	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58700	2606	Antiaris toxicaria	ESTRATTO		X		
FID58702	1307	Calamus brachystachys	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58703	6520	Ossa	LEGNO/SCORZA				X
FID58704	6327	DIPTEROCARPACEA (resina)	ESTRATTO				X
FID58706	1268	"Ubar pulut" (scorza)	LEGNO/SCORZA		X		
FID58707	7280	SAPOTACEA (resina)	ESTRATTO				X

Fig. 05. Estrazione dal post processing dei reperti dalla carpoteca (elaborazione degli autori).

Fig. 06. Sintesi visiva: i modelli 3D, i video, la AR (elaborazione degli autori).

ineludibile versante di innovazione, aprendo decisamente alla consultazione a distanza che affianchi alla tutela, conservazione e ricerca la divulgazione e valorizzazione dell'importante patrimonio scientifico dell'Erbario beccariano della Malesia, oggi aperto quasi esclusivamente agli studiosi, presso un pubblico più ampio interessato alle esplorazioni ottocentesche e al collezionismo naturalistico.

Note

[1] Tra i numerosi casi studio inerenti alla musealizzazione evoluta, si citano i due progetti: Emotive Virtual cultural Experiences through personalized storytelling; Redefining the museum experience for the digital age.

[2] La ricerca prende avvio dall'accordo tra il Sistema Museale di Ateneo- Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze e vari dipartimenti tra i quali il Dipartimento di Architettura; le basi di acquisizione dei dati sono state sviluppate nei tirocini curriculari e nelle tesi di I livello in Scienze dell'Architettura discusse da Eleonora Preziosi nel 2020 e Chiara Porcal nel 2021 presso la Scuola di Architettura dell'Università di Firenze.

Crediti

La responsabilità scientifica ed editoriale dei paragrafi è riconosciuta a: Paola Puma per "Introduzione", "Obiettivi del progetto "Beccari in 3D", "Risultati", "Conclusioni"; Chiara Nepi e Lorenzo Cecchi per "La collezione della Malesia di Odoardo Beccari"; Giuseppe Nicastro per "Workplan e flusso di lavoro", "Riferimenti bibliografici", cura grafica delle figure.

Riferimenti bibliografici

Bekele, M. K. et al. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. In *Journal on Computing and Cultural Heritage* (JOCCH), vol. 11 (2), pp. 7-36 <https://doi.org/10.1145/3145534> (consultato il 28 gennaio 2022).

Cecchi, L. et al. (2019). Disclosing a Malesian treasure: The typification project of Odoardo Beccari's Herbarium in Florence (Poster). In *11th Flora Malesiana Symposium. Taxonomy, Ecology, Conservation*. Darussalam, Brunei, 30 giugno – 5 luglio 2019.

Cecchi, L. et. al. 2021. Odoardo Beccari's Malesian herbarium in Florence: the disclosure of a hidden treasure 1. Zingiberales. In *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology,* <https://doi.org/10.1080/11263504.2021.1918786> (consultato il 28 gennaio 2022).

Clini, P., Quattrini R. (a cura di). (2021). *Digital heritage. Common good. Scires*, vol. 11(1). <http://www.sciresit.it/issue/view/838> (consultato il 28 gennaio 2022).

Council of Europe (2017). *European Heritage Strategy for the 21st Century.* <https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/strategy-21> (consultato il 28 gennaio 2022).

Denard, H. (a cura di). (2009). *London Charter for computer-based visualization of cultural heritage.* <https://www.londoncharter.org/downloads.html> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Commision (2019). *Digital day 2019. Cooperation on advancing digitisation of Cultural Heritage*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Commission (2018). *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT A New European Agenda for Culture*. <https://ec.europa.eu/culture/document/new-european-agenda-culture-swd2018-267-final> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Commission (2010). *Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A52010DC2020> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Council (2019). *A new strategic agenda 2019-2024.* <https://www.consilium.europa.eu/media/39914/a-new-strategic-agenda-2019-2024.pdf> (consultato il 28 gennaio 2022).

Gobbi, L. (2019). *I nuovi musei della scienza. Un'opportunità per la scuola*. Milano: Franco Angeli.

ICOMS International Council of Museums (2020). *Museums, museum professionals and COVID-19: follow-up survey.* <https://icom.museum/wp-content/uploads/2020/11/FINAL-EN_Follow-up-survey.pdf> (consultato il 28 gennaio 2022).

ICOMOS International Council of Museums (2017). *Principles of Seville, International principles of virtual Archaeology.* <http://sevilleprinciples.com/> (consultato il 28 gennaio 2022).

ICOMOS International Council of Monuments and Sites (2011). *The Paris Declaration. On heritage as a driver of development. Adopted at Paris, UNESCO headquarters, on Thursday 1st December 2011.* <https://www.icomos.org/Paris2011/

GA2011_Declaration_de_Paris_EN_20120109.pdf> (consultato il 28 gennaio 2022).

Ioannides, M. et al. (a cura di). (2018). *Digital Heritage Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. Cham: Springer.

Luigini, A., Panciroli, C., (a cura di). (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*. Milano: Franco Angeli.

Luigini, A. (2020). Ricerca interdisciplinare e ICAR17: una proposta per la definizione di un modello condiviso. In Arena, A. et al. (a cura di). *CONNETTERE CONNECTING un disegno per annodare e tesserae. drawing for weaving relationships*. Atti del 42° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della unione italiana per il disegno. Reggio Calabria, 17-19 settembre 2020, pp. 567-584 Milano: Francoangeli

Nepi, C. (2009). L'Erbario della Malesia di Odoardo Beccari. In Raffaelli M. (a cura di). *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze*. Volume II. Le collezioni botaniche, pp. 117- 132. Firenze: University Press.

Pescarin, S. (2020). Esperienze interattive nei musei: dieci regole d'oro. In Pescarin S. (a cura di). **V***ideogames, Ricerca, Patrimonio Culturale*, pp. 89-127. Milano: FrancoAngeli.
<https://ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/book/538> (consultato il 28 gennaio 2022).

Pichi, Sermolli R. E. G. (1994). Odoardo Beccari: vita, esplorazioni, raccolte e scritti del grande naturalista fiorentino. Firenze: Alinari.

Preziosi, E. (2020). *Rilievo, documentazione, comunicazione: reperti botanici del Museo di Storia Naturale di Firenze, l'Erbario Beccari.* Tesi di laurea in Scienze dell'Architettura, relatore prof.ssa P. Puma, correlatori dott.ssa C. Nepi, dott. L. Cecchi. Università degli Studi di Firenze.

Porcal, C. (2021). *Dal rilievo alla realtà aumentata: la documentazione di reperti botanici dall'Erbario Beccari nel Museo di Storia Naturale dell'Ateneo di Firenze*. Tesi di laurea in Scienze dell'Architettura, relatore prof.ssa P. Puma, correlatore dott. arch. G. Nicastro. Università degli Studi di Firenze.

Puma, P., Nicastro, G. (2021). The Emotion Detection Tools in the Museum Education EmoDeM Project. In Giordano A. Russo M., Spallone R. (a cura di). *Representation for Enhancement and management through Augmented reality and Artificial intelligence: Cultural Heritage and Innovative Design*. Atti del convegno REAACH-ID, Torino, 13-14 ottobre 2020, pp. 315-319. Milano: FrancoAngeli.

Puma, P., Nicastro, G. (2019). Virtual Heritage for the dissemination of The Baratti in 3D project. In Cardaci, A., Fassi, F., and Remondino, F. (a cura di) (2019). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proceeding of the 8th Intl. Workshop 3D-ARCH "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*, vol. 42(W9), pp. 529- 534. <doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-529-2019> (consultato il 28 gennaio 2022).

Puma, P. (2018). Sperimentazioni di didattica museale per l'attivazione di processi educativi evoluti nel programma Digital Cultural Heritage- DigitCH. In Luigini, A., Panciroli, C. (a cura di). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio, Bressanone*, pp. 221-238. Milano: FrancoAngeli.

Raffaelli, M. (a cura di). 2009. *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Volume II. Le collezioni botaniche*. Firenze: University Press. < https://doi.org/10.36253/978-88-8453-956-4> (consultato il 28 gennaio 2022).

Ryabinin, K., et al. (2019). Cyber-Physical Museum Exhibits Based on Additive Technologies, Tangible Interfaces and Scientific Visualization. In *Scientific Visualization*, n. 11, pp, 27-42. <https://doi.org/10.26583/sv.11.4.03> (consultato il 15 febbraio 2022).

Steenis van, C.G.G.J. (1952). Thesaurus Beccarianus. In *Webbia - Journal of Plant Taxonomy and Geography*, vol. 8(2), pp. 427-436.

Viciani, D. et al. (2021). The amazing travels of a great naturalist to Sarawak (Malaysia): Odoardo Beccari's wanderings in Borneo 1865-1868. In *Journal of Maps*, vol. 17(1), pp. 95-100. <https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1937727> (consultato il 28 gennaio 2022).

Autori
Paola Puma, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, paola.puma@unifi.it
Lorenzo Cecchi, Sistema Museale di Ateneo, Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Firenze, l.cecchi@unifi.it
Chiara Nepi, Sistema Museale di Ateneo, Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Firenze, chiara.nepi@unifi.it
Giuseppe Nicastro, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, giuseppe.nicastro@unifi.it

Per citare questo capitolo: Puma Paola, Cecchi Lorenzo, Nepi Chiara, Nicastro Giuseppe (2022). Virtual Heritage e musei scientifici: il progetto "Beccari in 3D" per le Collezioni Botaniche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze/ Virtual Heritage and scientific museums. The project "Beccari in 3D" for the Botanical Collections of the Natural History Museum of the University of Florence. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 2771-2788.

 Isbn 9788835141938

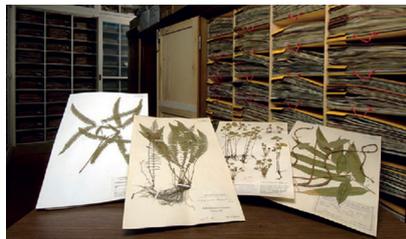
Virtual Heritage and scientific museums. The project "Beccari in 3D" for the Botanical Collections of the Natural History Museum of the University of Florence

Paola Puma
Lorenzo Cecchi
Chiara Nepi
Giuseppe Nicastro

Abstract

The potential of Virtual heritage, involved along the entire cultural heritage chain but particularly valid in the museum education sector, has long been at the center of the digitization policies of the main cultural institutions, with particular application implications in naturalistic museums. Into this framework has been conceived the "Beccari in 3D" project that the interdisciplinary staff conducted on a core of the important scientific heritage left by the Florentine explorer and naturalist Odoardo Beccari. The project produced the first 3D documentation of a nucleus of finds from the Malaysian Herbarium which are part of the Botanical Collections of the Museum system of the University of Florence. The project has framed working methods and tools in the objectives of documentation and visual enhancement as a support to scientific use, currently in transition towards online presence of the collection, and as a dissemination tool to the general public. The "Beccari in 3D" project detected 32 carpological and xylological finds described in 3D models to test the online visualization and the interactive use in AR of this heritage.

Keywords
Museo di Storia Naturale di Firenze, Odoardo Beccari, Erbario della Malesia, virtual heritage, modelli botanici 3D

Topics
Accessing / archiving / understanding / investigating / visualizing

The Malaysian collection of Odoardo Beccari: the museum, the Herbarium, some finds (https://www.sma.unifi.it/vp-139-botanica.html).

doi.org/10.3280/oa-832-c172

Introduction

The main current international cultural policies link the multifactorial role of Cultural Heritage (CH) with the inferences of the digital society, underlining the importance of Digital Cultural Heritage (DCH), so much so that today it is divided into three integrated types of material heritage, intangible heritage, digital heritage [European Commission 2010; ICOMOS 2011; COE 2017; European Commission 2018; European Commission 2019]. The role of DCH is in fact now consolidated also in the wide public, also thanks to the interdisciplinary structure that sees purely technological methodologies, tools and languages fully integrated with scientific disciplines and digital humanities in a virtuous and fully collaborative. The entire chain that goes from documentation to conservation to the use of the CH is in fact increasingly articulated in a series of DCH infrastructure platforms that see interdisciplinary staff [Luigini 2020] working with synergy on digital applications for analysis and the conservation of materials, on interactive visualizations, on the use with intelligent technologies in new generation 4.0 museum [1], on digital teaching applications for the CH [Bekele et al. 2018; Gobbi 2019; Ryabinin et al. 2019; Pescarin 2020]. The innovative aspects of the DCH, in fact, are not to be found only in the technological advancement of the generation and management of information but in the nature of the digital contents, their being informative material whose language is already also a communicative form, that places them at the center of the chain of cultural heritage. This premise is the framework of the DCH experience for the "Beccari in 3D" project conducted in interdisciplinary collaboration [2] with a view to dialogic experimentation of bidirectional interweaving of lexicons, of conceptual and material instruments, of different cultural purposes. The research focused on the double objective of documenting some botanical finds, for the purposes of knowledge for the museum community, and of communicating the results to support specialized scientific use; in this framework, the visual transcription of the data represented a common ground for rigorously disciplinary but multidimensional gazes dedicated in the first phase of the study to some finds from Odoardo Beccari's Malaysian Herbarium, lying in the Botany Collections of the Museum System of the University of Florence [Preziosi 2020; Porcal 2021].

Odoardo Beccari's Malaysian Collection

The Natural History Museum of the University of Florence Museum System possesses the most important botanical collections in Italy, both from a numerical and a scientific point of view. Among these, herbaria, collections of dried plants preserved for study, constitute a heritage of inestimable value known all over the world [Raffaelli 2009]. One of the most important collections is represented by the so-called "Herbarium of Malaysia", set up by the Florentine botanist Odoardo Beccari. Odoardo Beccari (1843-1920) was an all-round explorer, and naturalist and a leading figure in the Italian scientific culture. Between 1865 and 1878 he made three long journeys between Southeast Asia and Oceania, mainly in historical Malaysia (Borneo, Sumatra, Java, New Guinea and the numerous archipelagos close to those large islands), bringing back thousands of finds and valuable information which opened a new look on those distant worlds [Viciani et al. 2021]. Of his collections he studied in particular the botanical ones, with the description of dozens of new species [Nepi 2009]. Both his written testimonies and the material goods brought back from those trips remain of fundamental importance for the knowledge of the places and peoples with which he came into contact. The Malaysian botanical collection preserved in Florence (fig. 01) consists not only of over 15,000 dried and sheet-mounted plant samples, but also of a rich collection of finds in jars, in alcohol or dry (about 2,000) and fascinating samples of woods belonging to tree species of Borneo (about 100 plates) [Steenis van 1952; Pichi Sermolli 1994].The entire collection arrived on October 31, 1879 at the then Institute of Higher Studies (predecessor of the current University) which also administered the Museum with its collections. The Beccarian collections constitute one of the many pieces, or rather "layers", through which the material documentation of the study of bio- and geo-diversity, for over five hundred

Fig. 01. The Malaysian Collection: portrait of Odoardo Beccari and some finds (https://www.sma.unifi.it/vp-139-botanica.html).

years, has accumulated in natural history museums all over the world, guaranteeing unimaginable support for scientific research for the majority of public opinion. Naturalistic museums are also, above all, research centers, which preserve useful information for the most varied purposes (botany, zoology, microbiology, genetics, geology, climatology, etc.) and which represent spatial and temporal windows like no single research project or no single researcher would be able to do it in a lifetime. Their main value, however, is expressed when they are able to systematize this boundless wealth of information, that is, when the consultation and analysis on a large scale (ideally global) of this variegated landscape of states, regions, cities and museums is allowed. To this end, in recent years, thanks also to previously unexpected technological advances, the theme of digitization, images and data (imaging and databasing), and the sharing of management tools in line with the principles effectively summarized in the acronym FAIR: Findable-Accessible-Interoperable-Reusable has increasingly assumed a central role. Towards an ever greater FAIRness of data, most of the naturalistic museums in the world have started their own path starting from the herbariological finds, the easiest to represent because they can be approximated to flat figures (2D). This was also the case for the Florentine Natural History Museum, which already in 2007, with the support of the Mellon Foundation of New York, together with the major herbaria in the world, began the acquisition of high-resolution images of its own nomenclatural types (i.e. samples "model" on which the description of new species was based) and later promoted a national initiative for the massive digitization of all Italian herbaria which in 2020, among many other digitization campaigns, opened that of same Malaysian herbarium [Cecchi et al. 2019; Cecchi et al. 2021]. However, cannot be overlooked the fundamental informative value that remains confined in the finds wrongly considered 'ancillary', those that, due to their three-dimensionality, must be logistically managed and stored in distinct ways and spaces and which for this reason often end up being neglected even by scholars. The very digitization of these objects (fruits, seeds, wooden finds, plant products and artifacts, etc.) can represent a challenge for the curators, when one does not want to limit it to mere photographic acquisition. The use of LS and SFM technology – the first experience of its kind applied to botanical collections – therefore represents an interesting pilot project that can open new perspectives to virtual access to this heritage, which can also be extended to the enjoyment of a wider and not only of specialists public. The small contingent of finds that have been the subject of it has been identified among those involved in an exhibition project for the Beccarian celebrations, but has

been further extended to the entire collection of fruits of the *Durio* genus, which in addition to being one of the most iconic of the flora Malaysian presents forms of such complexity as to verify the maximum potential of the tools used.

Objectives of the "Beccari in 3D" project

The scientific collaboration between the working group of the Florence Department of Architecture, today the HerViSt- Heritage Visual Storytelling Laboratory, and the Botanical Collections of the Natural History Museum of the University of Florence originates from digitization of some botanical materials for the *Beccari 2020* exhibition conceived on the occasion of the 100th anniversary of Beccari's death (then moved to 2021 and now scheduled for 2023) and constitutes the background scenario of the "Beccari in 3D" project.The objectives of the "Beccari 3D Project" are divided into general and specific goals:
1- documentation: experimentation of data acquisition with low-cost survey techniques applied to three-dimensional naturalistic finds and preparation of the outputs;
2- development: configuration of the output contents suitable for querying for research purposes;
3- communication: contribution to the expansion of the repositories of the Beccarian heritage online for new forms of scientific access and opening to the general public.
A specific disciplinary objective crosses the entire project transversally and consists in the definition of a practice reconciling two opposite needs. The first is the maintenance of robust scientific contents in the transposition into visual language to improve the service to researchers (target: abroad scholars currently assisted by sending cards, photos, etc.) and the second is the shift of the information gradient to easily accessible visual contents (target: new audiences who could also benefit from online access as the only form of accessibility to a place that is in any case mainly dedicated to conservation and research rather than dissemination) [Ioannides et al. 2018; Luigini, Panciroli 2018; Clini, Quattrini 2021]. Finally, the transfer of the data acquired to the Virtual Heritage allows continuity between documentation and communication of information, also determining advanced methods of access to knowledge, according to a methodology already consolidated in the working group [Puma 2018; Puma, Nicastro 2019; Puma, Nicastro 2021]. The work of Virtual Heritage carried out on the specimens chosen according to the well-known statutory principles [ICOMOS 2017; Denard 2009], will allow, in fact, to prepare for the exhibition a possible virtual anastylosis of the dismembered parts and the virtual re-creation with relocation of the finds in the inaccessible original context.

Workplan and workflow

The samples under study come from the carpological and xylological collections of the Beccari Herbarium of Malaysia and the Beccari delle Palme Herbarium. Following the classifications available in the existing database (equal to 245 samples), a first list was formed consisting of 75 objects distributed among botanical finds of the flower / fruit / seed and wood / peel type, some containers (baskets) and some wood samples.Following the technical and organizational feasibility checks, the subsequent segmentation excluded the 23 finds preserved in alcohol at 70° and identified the 52 samples then detected, divided into infructescences, single fruits, seeds and wood samples of the xylotheque. Finally, the 3D models of 32 finds were developed (fig. 02). The implementation was developed in 7 phases, carried out by two operators in about 6 months of work, articulated as in the process synopsis (fig. 03).

Results

A first evaluation of the "Beccari in 3D" project must be made taking into account in a total framework the criticalities, the results, the evolution undergone by the project following the suspension for the pandemic emergency, the future prospects. In fact, the project was conceived with a well-known

and consolidated working methodology but with a transfer to a new type of finds, which posed technical problems remained partly open. Although the documentary campaign has produced a quantitatively consistent data archive (the 32 models produced are equal to 42% of the samples pre-selected from the database) and qualitatively rather complex (consisting of pointclouds from LS and SFM, photorealistic 3D models and photographic documentation that provide information regarding the material-surface, metric and geometric aspects of each object), during the data acquisition some technical criticalities emerged. Problems are linked both to the nature of the objects as well to the conservation systems (most of the finds are preserved in jars, 23 of which immersed in alcool, which we have chosen not to force) which constitute the new research hypothesis of the next phase of work.

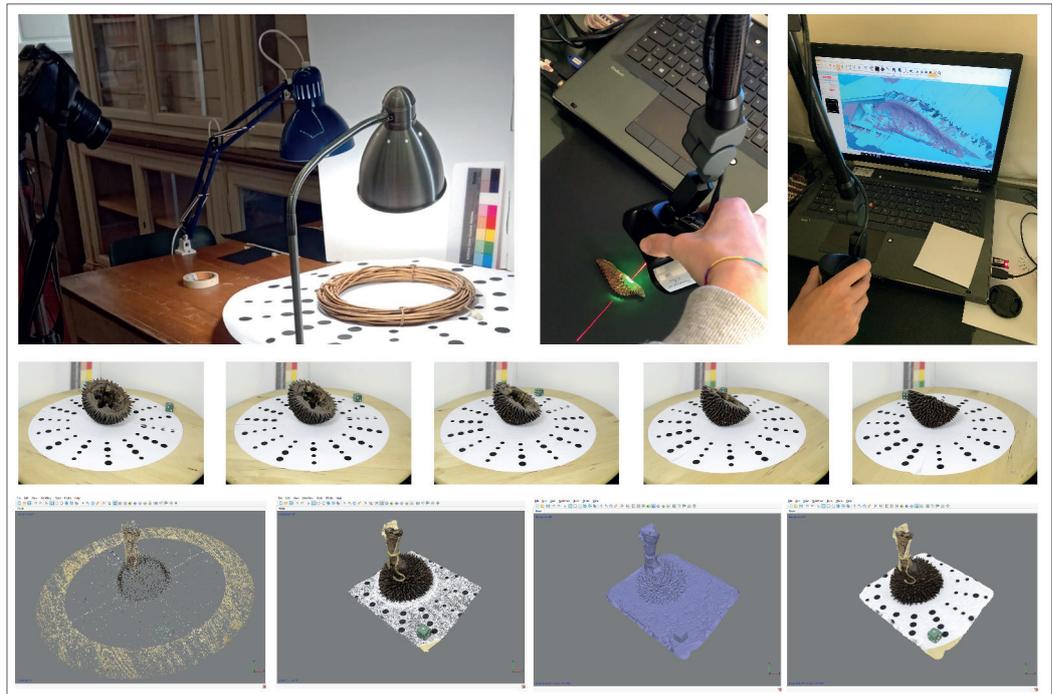



Fig. 02. Data acquisition (elaboration by the authors).

	INVENTARIO	BARCODE	NOME
	589	FI058641	Durio Lanceolatus
	5814	FI058642	Semi di Durio Libethinus
	5815	FI058643	Semi di Durio Libethinus
	582	FI058644	Durio
	602	FI058645	Durio
	586	FI058646	Durio
	5820	FI058647	Durio - Coelostegia borneensis
	603	FI058710	Durio
	----	FI058640	Cestello fatto di Calamus
	10365	FI058678	Eugeissonia insignis
	10054	FI058679	Caryota mo

Documentazione fotografica:
Restituzione dell'oggetto:

Fig. 03. Datasheet of the process (elaboration by the authors).

The documentation produced is therefore the first nucleus of a three-dimensional database populated by 32 navigable 3D models from which it is possible to produce static three-dimensional views on which to perform measurements, extract section profiles, explore internal sections and extrapolate views for specialized thematic interpretations, and create animations for clips (figs. 04, 05). In recent years, the development of interactive virtual spaces has allowed a wide range of users to access digital 3D models developed on easy-to-interact interfaces; in this way the models can be integrated into the digital catalog being structured to expand access to the botanical heritage of the study, which due to the current location and the delicacy of the finds is normally open mainly to researchers and can be viewed with strong restrictions. As a first demonstration step, a test usable in AR was created which gives access to the illustrative video of n. 10 exhibits, in which each sample is associated with the form containing the catalog metadata (bar code, historical inventory number, accompanying labels), a brief description, the geographical area of origin, the meaning of the scientific name and the its popular variants; the description is completed by photographic images of the sample and its container (fig. 06).

Conclusions

Even if only by limiting observation to applications in the museum sector, the possibilities offered by digital contents in the field of cultural heritage are highlighted by the number, relevance and quality of good practices; the DCH is now a topic for the attention of the general public and the media, as also emerges from the significant strengthening of the DCH linked to the digitization of society in H2027. The importance of being able to access cultural institutions online emerged clearly in 2020 during the first months of the health emergency [ICOM 2020] and gives further projection to the commitment to digitize the collections also for the Natural History Museum of the University of Florence. The experience of the "Beccari in 3D" project occurred partly in this unexpected scenario underlining how the digitation represents a necessary innovation launching the remote browsing placing side by side the protection, conservation, and research to the dissemination and enhancement of the important Beccarian Malaysian Herbarium scientific heritage -open almost exclusively to scholars- to a wider public interested in nineteenth-century explorations and naturalistic collecting.

	INVENTARIO	BARCODE	NOME
	12681	FI058706	Ubur pulut
	-	FI010245	Pandanus heterostigma
	10329	FI058680	Calamus mattaensis
	-	FI010245	Pandanus heterostigma (falange)
	2695	FI058700	Antiaris toxicaria
	6438	FI058685	Shorea gysbertsiana
	-	FI017853	Pandanus spurius (falange)
	1307	FI058681	Calamus brachystachys
	-	FI017853	Pandanus spurius (falange)
	10413		Calamus draconcellus

Fig. 04. Selection from post processing of the carpentry's finds (processing by the authors).

Progetto di documentazione			
	Documentazione preliminare	15 gg.	
	Progetto di rilievo	15 gg.	
	Acquisizione	30 gg.	
	Archiviazione e catalogazione	15 gg.	
	Post processing	45 gg.	
	Restituzioni	30 gg.	
	Visualizzazioni navigabili e interattive	30 gg.	

RILIEVO LS		
Strumentazione utilizzata	Sistema CMM MicroScribe G	
Caratteristiche	Position resolution	0.13 mm
	Position accuracy	0.23 mm

RILIEVO SFM		
Modello Reflex	Nikon D3100	
Obiettivo	Nikkor 18/55	
Parametri di elaborazione dati	Allineamento	High
	Dense Cloud	High
	Mesh	High poly

BARCODE	INVENTARIO STORICO	NOME	TIPO	FASE 1 RESTITUITI	FASE 2 REPERTI STUDIO	CRITICITA' REPERTI IN UMIDO	CRITICITA' NON RILEVATI
FID10245		Pandanus heterostigma	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID10245		Pandanus heterostigma (falange)	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID17853		Pandanus spurius	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID17853		Pandanus spurius (falange)	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID55044		Rafflesia tuanmudae	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58624	1539	Clathrogaster beccarii	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58625	94 — FI 2011	Artocarpus kamando	LEGNO/SCORZA	X			
FID58626	61 — FI 2310	Abauria excelsa	LEGNO/SCORZA	X			
FID58627	183 FI 2946	Cophospermum macrophyllum	LEGNO/SCORZA	X			
FID58628	138 --- FI 2959	Hopea beccariana	LEGNO/SCORZA	X			
FID58629	100 --- FI 2941	Koompassia beccariana	LEGNO/SCORZA	X			
FID58630	29 — FI 2361	Heritiera litoralis	LEGNO/SCORZA	X			
FID58640		Calamus	MANUFATTO (cestino)	X			
FID58641	584	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58642	5814	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58643	5815	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58644	582	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58645	602	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58646	603	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58647	5820	Durio	FIORE/FRUTTO/SEME	X			
FID58674	1850	Pandanus korthalsii	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58675	1226	Cammara alba	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58676	2687	Artocarpus incisa	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58677	10419	Cyrtostachys lakka	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58678	10865	Eugeissona insignis	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58679	10054	Caryota mo	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58680	10329	Calamus mattanensis	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58681	10413	Calamus craconcelus	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58682	9988	Nypa fruticans	ESTRATTO				X
FID58683	2694	Antiaris toxicaria	ESTRATTO			X	
FID58684	10481	Arenga saccharifera	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58685	6348	Shorea gysbertsiana	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58686	4921	Mangifera indica	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58687	5414	LEGUMINOSA (olio)	ESTRATTO			X	
FID58690	6449	TERNSTROEMIACEA (olio)	ESTRATTO			X	
FID58695	3242	Eusideroxylon	FIORE/FRUTTO/SEME				X
FID58697	2631	Artocarpus integrifolia	FIORE/FRUTTO/SEME			X	
FID58700	2695	Antiaris toxicaria	ESTRATTO		X		
FID58702	1307	Calamus brachystachys	FIORE/FRUTTO/SEME		X		
FID58705	4520	Ossus	LEGNO/SCORZA				X
FID58704	6327	DIPTEROCARPACEA (resina)	ESTRATTO				X
FID58706	12681	"Ubar pulut" (scorza)	LEGNO/SCORZA		X		
FID58707	7280	SAPOTACEA (resina)	ESTRATTO				X

Fig. 05. Selection from post processing of the carpentry's finds (processing by the authors).

Fig. 06. Visual summary: 3D models, videos, AR (elaboration by the authors).

Notes

[1] Among many cases study related to the musealization, two best practices are the projects Emotive Virtual cultural Experiences through personalized storytelling; Redefining the museum experience for the digital age.

[2] The research is framed from the agreement between the Natural History Museum of the University of Florence Museum System and many departments including the Department of Architecture. The data acquisition bases have been developed in two trainingship and then I level theses in Sciences of Architecture defended by Eleonora Preziosi in 2020 and Chiara Porcal in 2021 at the School of Architecture of the University of Florence.

Credits
The scientific and editorial responsibility of the paragraphs is recognized to: Paola Puma for "Introduction", "Objectives of the" Beccari in 3D "project," Results "," Conclusions "; Chiara Nepi and Lorenzo Cecchi for "The Malaysian collection of Odoardo Beccari"; Giuseppe Nicastro for "Workplan and workflow", "Bibliographic references", graphic set of the figures.

References

Bekele, M. K. et al. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. In *Journal on Computing and Cultural Heritage* (JOCCH), vol. 11 (2), pp. 7-36 <https://doi.org/10.1145/3145534> (consultato il 28 gennaio 2022).

Cecchi, L. et al. (2019). Disclosing a Malesian treasure: The typification project of Odoardo Beccari's Herbarium in Florence (Poster). In *11th Flora Malesiana Symposium. Taxonomy, Ecology, Conservation*. Darussalam, Brunei, 30 giugno – 5 luglio 2019.

Cecchi, L. et. al. 2021. Odoardo Beccari's Malesian herbarium in Florence: the disclosure of a hidden treasure 1. Zingiberales. In *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology,* <https://doi.org/10.1080/11263504.2021.1918786> (consultato il 28 gennaio 2022).

Clini, P., Quattrini R. (a cura di). (2021). *Digital heritage. Common good. Scires*, vol. 11(1). <http://www.sciresit.it/issue/view/838> (consultato il 28 gennaio 2022).

Council of Europe (2017). *European Heritage Strategy for the 21st Century.* <https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/strategy-21> (consultato il 28 gennaio 2022).

Denard, H. (a cura di). (2009). *London Charter for computer-based visualization of cultural heritage*.
<https://www.londoncharter.org/downloads.html> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Commision (2019). *Digital day 2019. Cooperation on advancing digitisation of Cultural Heritage*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Commission (2018). *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT A New European Agenda for Culture*. <https://ec.europa.eu/culture/document/new-european-agenda-culture-swd2018-267-final> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Commission (2010). *Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A52010DC2020> (consultato il 28 gennaio 2022).

European Council (2019). *A new strategic agenda 2019-2024*. <https://www.consilium.europa.eu/media/39914/a-new-strategic-agenda-2019-2024.pdf> (consultato il 28 gennaio 2022).

Gobbi, L. (2019). *I nuovi musei della scienza. Un'opportunità per la scuola*. Milano: Franco Angeli.

ICOMS International Council of Museums (2020). *Museums, museum professionals and COVID-19: follow-up survey.* <https://icom.museum/wp-content/uploads/2020/11/FINAL-EN_Follow-up-survey.pdf> (consultato il 28 gennaio 2022).

ICOMOS International Council of Museums (2017). *Principles of Seville, International principles of virtual Archaeology.* <http://sevilleprinciples.com/> (consultato il 28 gennaio 2022).

ICOMOS International Council of Monuments and Sites (2011). *The Paris Declaration. On heritage as a driver of development. Adopted at Paris, UNESCO headquarters, on Thursday 1st December 2011.* <https://www.icomos.org/Paris2011/

GA2011_Declaration_de_Paris_EN_20120109.pdf> (consultato il 28 gennaio 2022).
Ioannides, M. et al. (a cura di). (2018). *Digital Heritage Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. Cham: Springer.

Luigini, A., Panciroli, C., (a cura di). (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*. Milano: Franco Angeli.

Luigini, A. (2020). Ricerca interdisciplinare e ICAR17: una proposta per la definizione di un modello condiviso. In Arena, A. et al. (a cura di). *CONNETTERE CONNECTING un disegno per annodare e tesserae. drawing for weaving relationships*. Atti del 42° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della unione italiana per il disegno. Reggio Calabria, 17-19 settembre 2020, pp. 567-584 Milano: Francoangeli

Nepi, C. (2009). L'Erbario della Malesia di Odoardo Beccari. In Raffaelli M. (a cura di). *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze*. Volume II. Le collezioni botaniche, pp. 117- 132. Firenze: University Press.

Pescarin, S. (2020). Esperienze interattive nei musei: dieci regole d'oro. In Pescarin S. (a cura di). **V***ideogames, Ricerca, Patrimonio Culturale*, pp. 89-127. Milano: FrancoAngeli.
<https://ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/book/538> (consultato il 28 gennaio 2022).

Pichi, Sermolli R. E. G. (1994). Odoardo Beccari: vita, esplorazioni, raccolte e scritti del grande naturalista fiorentino. Firenze: Alinari.

Preziosi, E. (2020). *Rilievo, documentazione, comunicazione: reperti botanici del Museo di Storia Naturale di Firenze, l'Erbario Beccari.* Tesi di laurea in Scienze dell'Architettura, relatore prof.ssa P. Puma, correlatori dott.ssa C. Nepi, dott. L. Cecchi. Università degli Studi di Firenze.

Porcal, C. (2021). *Dal rilievo alla realtà aumentata: la documentazione di reperti botanici dall'Erbario Beccari nel Museo di Storia Naturale dell'Ateneo di Firenze*. Tesi di laurea in Scienze dell'Architettura, relatore prof.ssa P. Puma, correlatore dott. arch. G. Nicastro. Università degli Studi di Firenze.

Puma, P., Nicastro, G. (2021). The Emotion Detection Tools in the Museum Education EmoDeM Project. In Giordano A. Russo M., Spallone R. (a cura di). *Representation for Enhancement and management through Augmented reality and Artificial intelligence: Cultural Heritage and Innovative Design*. Atti del convegno REAACH-ID, Torino, 13-14 ottobre 2020, pp. 315-319. Milano: FrancoAngeli.

Puma, P., Nicastro, G. (2019). Virtual Heritage for the dissemination of The Baratti in 3D project. In Cardaci, A., Fassi, F., and Remondino, F. (a cura di) (2019). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proceeding of the 8th Intl. Workshop 3D-ARCH "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*, vol. 42(W9), pp. 529- 534. <doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-529-2019> (consultato il 28 gennaio 2022).

Puma, P. (2018). Sperimentazioni di didattica museale per l'attivazione di processi educativi evoluti nel programma Digital Cultural Heritage- DigitCH. In Luigini, A., Panciroli, C. (a cura di). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio, Bressanone*, pp. 221-238. Milano: FrancoAngeli.

Raffaelli, M. (a cura di). 2009. *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Volume II. Le collezioni botaniche*. Firenze: University Press. < https://doi.org/10.36253/978-88-8453-956-4> (consultato il 28 gennaio 2022).

Ryabinin, K., et al. (2019). Cyber-Physical Museum Exhibits Based on Additive Technologies, Tangible Interfaces and Scientific Visualization. In *Scientific Visualization*, n. 11, pp, 27-42. <https://doi.org/10.26583/sv.11.4.03> (consultato il 15 febbraio 2022).

Steenis van, C.G.G.J. (1952). Thesaurus Beccarianus. In *Webbia - Journal of Plant Taxonomy and Geography*, vol. 8(2), pp. 427-436.

Viciani, D. et al. (2021). The amazing travels of a great naturalist to Sarawak (Malaysia): Odoardo Beccari's wanderings in Borneo 1865-1868. In *Journal of Maps*, vol. 17(1), pp. 95-100. <https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1937727> (consultato il 28 gennaio 2022).

Autori
Paola Puma, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, paola.puma@unifi.it
Lorenzo Cecchi, Sistema Museale di Ateneo, Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Firenze, l.cecchi@unifi.it
Chiara Nepi, Sistema Museale di Ateneo, Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Firenze, chiara.nepi@unifi.it
Giuseppe Nicastro, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, giuseppe.nicastro@unifi.it

To cite this chapter: Puma Paola, Cecchi Lorenzo, Nepi Chiara, Nicastro Giuseppe (2022). Virtual Heritage e musei scientifici: il progetto "Beccari in 3D" per le Collezioni Botaniche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze/ Virtual Heritage and scientific museums. The project "Beccari in 3D" for the Botanical Collections of the Natural History Museum of the University of Florence. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2771-2788.

 Isbn 9788835141938